

HAND BOOK
OF
CALCULATION
FOR
FUEL
OIL

燃油計算手冊

華聯出版社 印行

燃油計算手冊

麥煒堅編著



華聯出版社印行



版權所有・請勿翻印

燃 油 計 算 手 冊

編著者：麥 煒 堅

發行人：林 秀 英

出版者：華 聯 出 版 社

臺北郵政信箱 7—10 號

郵政劃撥儲金戶 3765 號

總經銷：啓源書局有限公司

地址：臺北市忠孝西路一段 68 號

郵撥：15527 電話 3142104

臺 北：文 笙 書 局
總 經 銷

臺北市重慶南路一段 30 號

登記證局服合字第 0971 號

中華民國六十八年十月出版

前 言

燃油就是汽油 (Gasoline)、煤油 (Kerosene)、柴油 (Diesel oil) 及重油 (Heavy fuel oil) 的總稱。本書除了對燃油的類別、特性及其規格作簡短介紹外，主要是講述燃油貯藏量的計算方法。燃油貯藏量的計算，無論在工業上、航運上或燃油的生產與運輸方面，都是很重要的。從業員必須了解各種燃油的性質，並翔實計算方法，使在交收方面不致錯誤，而且安全。尤其在船舶方面，如果計算錯誤，不但會影響整個航程，誤了船期，還可能由於缺油而發生意外事情。本書名為「船用燃油計算手冊」，主要也是供船運的從業員作參考。

本書雖然專講燃油貯藏量的計算方法，其實對於任何油類如棕櫚油、椰油、花生油、潤滑油及其他各種動植物油或礦物油的貯藏量計算，也是可以參考的；只要知道各種油的比重及貯藏時的溫度，便可依照燃油計算公式，求得其正確的貯藏量。

目 錄

前 言	1
I. 燃油之基本知識	1
1. 燃油之生產	1
2. 燃油之組成	2
3. 燃油之煉製	5
4. 燃油之特性	8
5. 燃油之規格	21
II. 燃油各種單位之換算	28
1. 公尺與英尺之換算	28
2. 公升與加侖之換算	31
3. 公斤與磅之換算	32
4. 公噸與英噸之換算	33
III. 燃油各種單位重量與容積之計算	35
1. 每立方英尺燃油磅數之計算	35
2. 每立方英尺燃油安士數之計算	35
3. 每加侖燃油磅數之計算	36
4. 每噸燃油立方英尺之計算	37
5. 每噸燃油加侖數之計算	38
IV. 燃油各單位與比重之計算	40
1. 從每立方英尺燃油之磅數求比重法	40
2. 從每立方英尺燃油之安士數求比重法	41
3. 從每加侖燃油之磅數求比重法	41
4. 從每噸燃油之立方英尺數求比重法	42

5. 從每噸燃油之加侖數求比重法	43
V. 燃油溫度與比重之換算	45
1. 燃油溫度之換算	45
2. 燃油比重之換算	47
VI. 燃油體積與比重之改正	51
1. 燃油體積誤差之改正	51
2. 燃油比重誤差之改正	54
VII. 燃油貯櫃容積之計算	57
1. 圓柱形櫃容積之計算	57
2. 四方形櫃容積之計算	58
3. 長方形櫃容積之計算	59
4. 三角形櫃容積之計算	59
5. 長梯形櫃容積之計算	61
6. 長翼形櫃容積之計算	62
VIII. 燃油貯藏量之計算	64
1. 燃油全部貯藏量之計算	64
2. 燃油部分貯藏量之計算	67
3. 燃油溫度改變後貯藏量之計算	74
4. 燃油比重改變後貯藏量之計算	76
5. 從測深表查出燃油貯藏量之計算	80
6. 從測深圖查出燃油貯藏量之計算	81
附 錄	84
1. 重量單位換算表	84
2. 長度單位換算表	85
3. 面積單位換算表	86
4. 體積單位換算表	87
5. 容積單位換算表	88
6. 淡水容積重量換算表	90
7. 英尺(呎)與公尺對照表	92
8. 英寸(吋)之分數與小數對照表	94
9. 英寸(吋)之小數與公厘(毫米)對照表	95

10. 英寸(吋)之分數與公厘(毫米)對照表.....	96
11. 公厘與英寸對照表.....	99
12. 磅與公斤對照表.....	100
13. 公斤與磅對照表.....	102
14. 噸(英噸)與磅對照表.....	104
15. 加侖與公升對照表.....	106
16. 攝氏與華氏溫度對照表.....	107
17. A. P. I. 與 S. G. 對照表.....	110
18. 比重與容積和重量對照表.....	111
19. A. P. I. 與比重、加侖及磅之對照表.....	113
20. 常用各種單位名稱表.....	121

1. 燃油之基本知識

1. 燃油之生產

燃油 (Fuel Oil) 是從石油 (Petroleum), 提煉出來的。而石油主要由碳 (Carbon) 和氫 (Hydrocarbon) 兩種元素組成, 這兩種元素在石油中佔 96~99%。碳和氫合成的化合物稱為碳氫化合物 (Hydrocarbon), 或簡稱爲烴。此外, 石油中還含有硫、氮、氧等元素及硫化物。從油井中抽出之石油, 多爲暗綠色、棕色或褐黑色之稠液。倘將之提煉, 就會有一部分碳氫化合物從油中分離出來, 且在常溫下會變成氣體狀態, 如將之壓縮而貯於鋼瓶中, 則可作氣體燃料; 至於提煉中的其他化合物, 亦會從原油中分離出來, 但在常溫下則會變成固體, 如石油瀝青 (土瀝青)、石蠟等。石油瀝青可廣泛用於築路工程、製造房頂防水材料、電絕緣材料和油漆材料等等許多工業中; 石蠟則可用作封口材料及其他用途……。

又石油中之化合物除上述分析之氣體及固體外, 還有大部分化合物會變成液體狀態的燃油, 且可依其提煉方法、顏色、比重和黏度等之不同, 而分爲汽油 (Gasoline)、煤油 (Kerosene)、輕油 (Light oil)、柴油 (Diesel oil or Dentrail oil) 及重油 (Heavy fuel oil) 和各種各樣的潤滑油 (Lubricating oil) 等等。

但因各地石油的性質、混合液等各不相同, 故其所

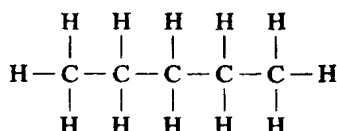
產石油之質量亦有別。通常含碳81~87%、氫10~14%、氧約爲1%，其他尚有少量雜質如硫、氮及水分與殘渣或塵土等。但經提煉之後，又可將其大部分之雜質除去，其廢料亦可用作製造肥皂、或塑膠原料等，故石油在現代工業、現代農業和現代國防工業上的應用極其廣泛，因而有「工業的血液」之稱。

2. 燃油之組成

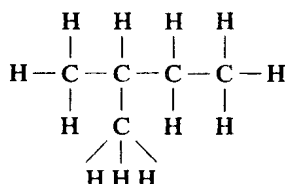
燃油之組成當然要經過煉製而決定，其化學成分，因產地環境之不同，而有所變動。倘所含瀝青物質及硫質較少，而含氫量較高及含石蠟量較多者，則稱之爲石蠟基油類；含瀝青與硫量較多而含石蠟量較少者，則稱之爲混合質基油類；至於含有大量土瀝青物質與硫質而色澤較暗者，則稱之爲土瀝青基油類。而這三種油類在印尼、中東、非洲、墨西哥、美洲和台灣等均有生產，美國東部則產石蠟質油類較多，其中部則產混合質基油類較爲豐富，至西部則多產土瀝青基質油類。實用方面，因各有其基本成分，對其製品之優劣均有影響。

A. 石蠟屬或稱烷屬烴(Paraffin or Methane series)之石油

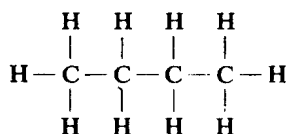
C_nH_{2n+2} 乃代表在分子中碳之原子數。又正烷屬烴(Normal methane)均爲直鏈(Chain)化合物，乃烴分子中碳之原子數由含一碳之甲烷 CH_4 及約含有30個碳原子的石蠟組成。而此等化合物之碳原子，已無法與氫原子結合，故稱之爲飽和化合物(Saturated compound)，而此類化合物之分子結構式則多成爲直鏈形狀，現以正戊烷 C_5H_{12} (Pentane)爲例，則其分子的結構式爲：



又正烷屬烴常有各異構體 (Isomers)，而所謂異構體，乃指具有相同之原子數及分子量，但其分子結構式或排列方法與性質則為完全不同之兩種化合物。例如正戊烷之一項異構體為甲基丁烷 (Methyl butane)，其分子式仍為 C_5H_{12} ，但其結構式則為：



又上述結構式，係以一價之甲基 (Methyl group) CH_3 以代替丁烷 C_4H_{10} 中之一價 H 所得者， C_4H_{10} 的結構式應為

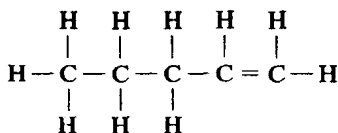


又上兩項異構體，因其結構式之不同，可使兩化合物的比重、沸點、燃燒溫度及其影響燃燒之性質均大不相同，故煉製與使用時亦應小心注意。

B. 烯屬烴或油脂屬 (Ethane or Olefin series)

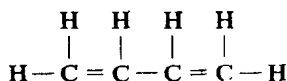
C_nH_{2n} 之石油，為不飽和化合物，其與上屬烴不同之點乃在結構式中釋出兩個氫原子，而於一對碳原子間以雙原子價線彼此連結。例如戊烯 C_5H_{10} 之一項異構體

的結構式爲：



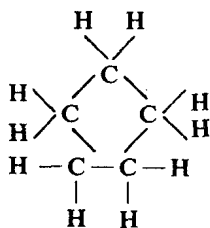
C. 炔屬烴或重油脂屬 (Acetylene or Diolefin series)

$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ，此屬較上屬更不飽和，因其在結構式上釋出兩個氫原子，而於兩對碳原子間以雙原子價線彼此連結。例如丁二烯 C_4H_6 (Butadiene) 之分子結構式爲：



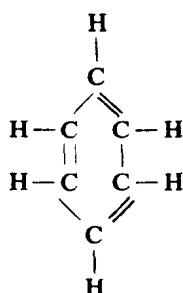
D. 環烷屬烴 (Naphthence)

C_nH_{2n} ，其分子式與烯屬烴相同，但爲飽含之環式構造化合物。其與正烷屬烴在結構上大致相同，所不同者環烷爲鏈形結構，兩端之氫原子釋出而成爲環形連結，例如環戊烷之結構式爲：



E. 苯屬烴 (Benzene or Aromatics series)

$\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ ，與環烴屬烴相同而不飽和之環形結構化合物，例如苯 C_6H_6 之結構式爲：



上述之結構式中，有三對碳原子以雙價線彼此相連結，此亦屬於特別的結構。

3. 燃油之煉製

煉油廠對原油之煉製，大概可分為四種方法，茲述之如下：

A. 分餾法 (Fractional distillation)

石油中各種燃油的化學成分不同，也各具不同的沸點。蒸餾法就是利用各種不同的溫度把各種燃油分離出來。分餾是在分餾塔內進行的。因此，將石油進行分餾的主要設備則為蒸餾塔 (Still)，其內部則分層裝置，具有漏孔之蒸餾板，故當原油經油管進入塔底，即化為蒸汽體 (Vapor) 從底部上升。通常由底部蒸餾板至頂部者，其溫度約由 600°F 逐漸增減至 300°F 止；而油氣則每通過一層較冷的蒸餾板時，就有一部分較重之油氣予以冷凝抽出，而最後在塔頂且未經冷凝之部分則稱之為石油醚 (Petroleum ether)。

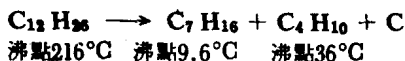
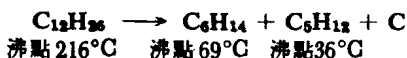
自塔頂離開蒸餾塔的損耗，僅佔全部石油量百分之零點幾而已，其餘由頂至底所冷凝的各種油類則依次分

餾出來，計有汽油 (Gasoline)，即揮發油 (Naphthae)、煤油 (Kerosene)、中油 (Middle fractions) 或煤汽油 (Gas oil)、柴油 (Diesel oil) 或燃油 (Fuel oil)、潤滑油 (Lubricating oil) 等，而其殘存於底部者，則視原油的來源而定，如石蠟或瀝青等。

B. 裂煉 (Cracking proceser)

利用上項分餾法或直流 (Straight run) 方法所得之汽油，僅佔全部原油的20%，如目前仍僅利用此法煉製汽油，其能供銷汽油量之微少將使全世界至少有一半以上現存之汽油機無法開動。因此，必須改善煉油方法，有一種叫做裂煉法，即對分子較重之烴將其分成爲較輕之烴，就可以使同容量的原油中能產出汽油量由20%提高到50%。

裂煉的方法甚多，其基本原理則大致相同，因一般分子量較大之烴多爲不穩定的化合物。這些化合物在臨界溫度 (Critical temperature) 以上及壓力作用下，大多分裂成結構簡單、分子量較小，而且較穩定之烴分子。其方程式如下：



上式分裂之反應，僅示其作用方法，而不能說明其存在於反應中之實際變化。因爲在各種情形下分裂時，其正確反應當無從獲悉。但我們如果對那些原油在裂煉前與裂煉後的物質成分加以分析，也可以說明這種分裂反應的情況。

在第一式的反應中，如利用熱裂法則常可使裂化程

度不易控制，此乃由於裂化不夠而產生碳渣或自由碳（Free carbon）的影響，這樣不但可使裂成汽油之品質過差，而且碳渣又可使爐管堵塞而妨礙操作。故近代採用者多已改為觸媒裂煉法，而不採用加熱裂煉法。

C. 觸媒氫化法 (Catalytic hydrogenation process)

觸媒氫化法為利用觸媒（或催化）作用將不飽和的烴在高溫高壓下使與氫作選擇性化學結合而成飽和穩定之烴的方法。此項方法原始於德國，乃從煤中加氫以製成燃油及汽油等液體燃料之方法。這方法亦算是近代進步的煉油工藝之一，多用於對現有液體燃料之處理，乃將液體油料及氫抽送入反應室（Reactor chamber）內，並經 3,000 p. s. z. 壓力下加熱，以促使其發生反應。此方法在煉油工業中的用途主要是：

(1) 製成汽油及其他油類。

(2) 將低級滑油轉變為質佳而不含石蠟成分之滑油。

(3) 將較重之中油或煤氣油轉變為較輕之燃油或汽油。

(4) 將石蠟質煤氣油在不產生石油焦炭之要求下使之變成優良而能抗爆（Antiknock）之汽油。

(5) 將具有膠質而含有高度硫分之裂製揮發油，再利用觸媒氫化法煉製，可將其硫碳化合物分解變為硫化氫而除去之，且不致有重大之損失，並能保留其抗爆之性能。

D. 精煉 (Second stage-seperation)

分餾與裂煉所得之油料，必須再加以精煉才能成為最後之產品，其目標在祛除油料中之雜質與自由碳等之不良成分，並將其不穩定及不飽和之化合物使之飽和及穩定，然後始能保持燃料之純正色澤。

例如潤滑油因不能含有石碳質，因其在低溫時會妨礙潤滑油之流動，而此項祛除的方法及使用某些溶劑使潤滑油稀釋，並使其在低溫時仍能流動。除此之外，並再用冷凍法將蠟凝結與過濾，以獲得良好的產品。

又如燈油，不能含有芳香族烴，因其使燈油在燃燒時發生黑煙或太短而光度不足等，故必須利用適當溶劑或硫酸清除之。

在任何燃料中所含硫量均有一最大之限制，如超過其限制亦應加以清除。至於高度不飽和烴，常常可使汽油顏色變壞，且易生銹質，以膠結發動機之運轉部分，故不應應用觸媒氫化法而使不飽和烴變成飽和。

又在操作進行時，使其發生在限度之裂解，那就可使其所含之碳化物裂解而祛除之。

至一般純汽油之抗爆性能較差者，也應當常混以少量汽油醚以提高其品質。

4. 燃油之特性

燃油之種類繁多，而其性質之優良與可靠性對發動機之運行與鍋爐之燃燒情況有極大的關係。茲將燃油主要特性及其影響之情形與試驗方法，簡述於下，以便讀者對燃油之選購、應用和計算有所了解。

A. 閃點 (Flash point or Flashing)

燃油加熱達到某一溫度時，即有蒸汽發生，並在測定條件下，此蒸汽與周圍空氣所構成的混合物，如使之接觸火燄時，則此蒸汽就會發生一短暫藍色的閃火，發生閃火時之溫度稱為燃油閃點之溫度。通常此閃點亦以溫度表示之。

燃油閃點溫度之高低，對貯藏與運輸之安全極為重

要。倘燃油之閃點溫度過低，就表示該燃油在低溫下亦能燃燒並會產生爆炸之危險，因此，燃油之閃點其溫度不能低於 150°F ，以免在貯藏與運輸時發生爆炸，引起火災。

燃油閃點溫度較高，雖在貯藏與運輸上較為安全，但因蒸發緩慢，也會影響發動機之着火性能。故高速柴油發動機所採用之燃油，其閃點不能太高，且有低至 115°F 者，此乃使其燃燒完善、運轉優良，惟對貯藏與運輸上就必須小心注意，以免發生爆炸或引起火災之危險。

最後有關閃點之測定方法，通常分為開杯與閉杯試驗兩種。前者構造和運用都較簡單，但並不十分準確，其測定時，係將燃油置於一小杯內，上裝溫度計以便測量油溫。測驗時在杯下用火加熱，待油溫升至相當高時，用燃燒物體如火柴等，每隔數秒鐘在距油面約半英寸之上掠過一次，如此不斷地試驗，直至油面上發生藍色閃光為止，此時立即讀出油溫，而此油溫即為燃油之閃點溫度。

閉口杯之測定法，與開口杯測驗法大體相同，不過是將燃油置於封閉之罐內來測定閃點。故所測定之讀數比較準確。通常用閉口杯所測定之閃點會較開口杯測定者低於 30°F 左右。

B. 着火點 (Fire point)

着火點 (Fire point) 又名燃燒點或叫燃點。當燃油加熱到達閃點溫度後，倘與火燄接觸即會繼續燃燒（燃燒時間達 5 秒鐘以上），這個溫度就稱為着火點或引火點的溫度。而此溫度通常比閃點之溫度高出約 50°F 或 28°C 左右。

C. 着火性能 (Ignition quality)

着火性能是燃油最重要的性能之一，因其可以區別燃油噴入氣缸後是否易於着火，而其燃燒又是否能順利進行，發動機是否易於啓動，都要靠這種着火性能來決定。

着火性能優良的燃油應在噴入汽缸後便能立即着火燃燒。然而在事實上，燃油着火之時間總比噴射之始點會較為延遲。如果延遲的時間太久，就會影響發動機之運轉和產生不良的爆擊現象。因着火性能較低之燃油，其揮發性高，故易引起爆炸，並能引致燃燒不良，或不能完全燃燒。倘有部分燃油滯留於燃油閥附近，隨汽缸蓋吸收熱量亦可引起爆炸，所以一般柴油機實不宜採用着火性能較低之燃油。

着火性能通常係以一指數表示其高低，而此指數常稱為塞坦數 (Cetane)，或稱十六烷數等。而低速柴油機其採用燃油之十六烷數為 25~35；中速者則為 35~45；高速之柴油機則為 45~50。然而着火性質較佳為十六烷數較高而適合於每種速度所需要之燃油，當然不僅能使着火或起動容易，而且可使在低溫時之起動亦不致產生困難，且可迅速完成緩機工作。發動機之運轉操作均勻而要求的最大壓縮比亦較低，因此等性質之燃油均能使其燃燒接近定壓程序，因而更能使熱效率增加而減少燃油之消耗量。

至於辛烷數較高的汽油，其十六烷值亦越低，亦即塞坦數越低，但塞坦數較低的燃油，對柴油機來說是不適宜的。但對汽油發動機來說就極為適宜，因汽油發動機就是利用較高辛烷數之汽油來適應壓縮比之提高，故柴油機所用的燃油其着火性能適與汽油機所用之燃油相反，所以實不能認為高壓比的汽油發動機所採用之汽油就可以用於高壓着火的柴油機。同樣柴油發動機所用的